



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11312729 A**(43) Date of publication of application: **09 . 11 . 99**

(51) Int. Cl. **H01L 21/68**
C04B 35/111
H02N 13/00

(21) Application number: **10119750**(71) Applicant: **KYOCERA CORP**(22) Date of filing: **28 . 04 . 98**(72) Inventor: **NAGASAKI KOICHI**(54) **ELECTROSTATIC CHUCK**

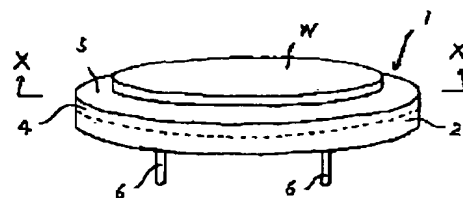
COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

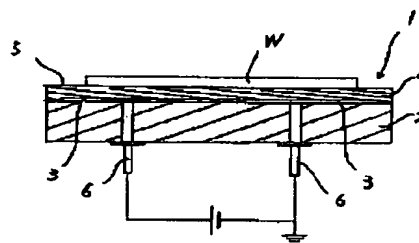
(a)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electrostatic chuck having superior plasma resistance and superior corrosion resistance to a halogen system gas for fixing a sample by allowing an electrostatic absorbing force by a Johnson-Rahbek force to appear in the entire temperature range of 300 to 500°C.

SOLUTION: An electrostatic absorbing electrode 3 is formed on a ceramic substrate 2, and a ceramic dielectric layer 4 is covered integrally on the ceramic substrate 2 so that the electrostatic absorbing electrode 3 can be covered, and the upper face of the ceramic dielectric layer 4 is formed as the holding face of a sample W in this electrostatic chuck 1. At least, the ceramic dielectric layer 4 is formed of an aluminum sintered body, in which an aluminum content is 99 wt.% or higher, and an aluminum mean crystal grain diameter is 1-3 μm , and porosity is 0.5% or less, and the volumetric intrinsic resistance value of the aluminum sintered body, constituting the ceramic dielectric layer 4 is set $1 \times 10^8 - 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ in a temperature range ranging from 300 to 550 °C. Thus, a sample W can be absorbed and fixed by causing a Johnson-Rahbek force to appear.



(b)



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-312729

(43)公開日 平成11年(1999)11月9日

(51)Int.Cl.⁶
H 0 1 L 21/68
C 0 4 B 35/111
H 0 2 N 13/00

識別記号

F I
H 0 1 L 21/68 R
H 0 2 N 13/00 D
C 0 4 B 35/10 D

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平10-119750

(22)出願日 平成10年(1998)4月28日

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町6番地

(72)発明者 長崎 浩一

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

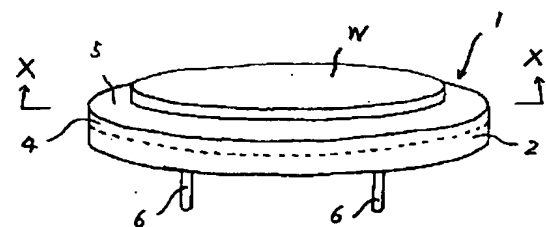
(54)【発明の名称】 静電チャック

(57)【要約】

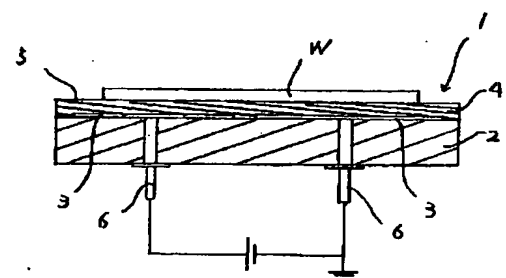
【課題】優れた耐プラズマ性とハロゲン系ガスに対する優れた耐食性を有するとともに、300～550℃の全ての温度域においてジョンソン・ラーベック力による静電吸着力を発現させて試料を固定することができる静電チャックを提供する。

【解決手段】セラミック基板2上に静電吸着用電極3を有するとともに、該静電吸着用電極3を覆うように上記セラミック基板2上にセラミック誘電体層4を被覆一体化し、該セラミック誘電体層4の上面を試料Wの保持面5としてなる静電チャック1において、少なくとも上記セラミック誘電体層4を、アルミナ含有量が99重量%以上で、アルミナの平均結晶粒子径が1～3μmであるとともに、気孔率が0.5%以下であるアルミナ焼結体により形成し、300～550℃の温度域において上記セラミック誘電体層4を構成するアルミナ焼結体の体積固有抵抗値を $1 \times 10^8 \sim 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ とし、ジョンソン・ラーベック力を発現させて試料Wを吸着固定できるようにする。

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】セラミック基板上に静電吸着用電極を有するとともに、該静電吸着用電極を覆うように上記セラミック基板上にセラミック誘電体層を被覆一体化し、該セラミック誘電体層の上面を試料の保持面としてなる静電チャックにおいて、少なくとも上記セラミック誘電体層を、アルミナ含有量が 99 重量%以上で、アルミナの平均結晶粒子径が $1 \sim 3 \mu\text{m}$ であるとともに、気孔率が 0.5% 以下で、かつ $300 \sim 550^\circ\text{C}$ の全ての温度域における体積固有抵抗値が $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にあるアルミナ焼結体により形成したことを特徴とする静電チャック。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、誘電材料や半導体材料等からなる試料を電気的に保持する静電チャックに関し、特に、CVD、PVD、スパッタリング等のように、試料を加熱した状態で電気的に保持する成膜装置用静電チャックとして好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体装置の製造工程において、半導体ウエハ（以下、ウエハと称す。

【0003】）に薄膜を形成する PVD、CVD、スパッタリング等の成膜装置においては、ウエハを処理室内に精度良く保持するために静電チャックが使用されている。

【0004】図 8 (a) (b) に一般的な静電チャック 21 の構造を示すように、円盤状をしたセラミック基板 22 上に静電吸着用電極 23 を有するとともに、該静電吸着用電極 23 を覆うように上記セラミック基板 22 上にセラミック誘電体層 24 を被覆一体化したもので、上記静電吸着用電極 23 は前記セラミック基板 22 とセラミック誘電体層 24 との間に内蔵された構造となっている。そして、上記セラミック誘電体層 24 の上面をウエハ等の試料 W の保持面 25 とし、該保持面 25 に試料 W を載置したあと、該試料 W と上記静電吸着用電極 23 との間に通電することで、試料 W に静電吸着力を発現させ、保持面 25 上に吸着固定するようになっていた。

【0005】なお、図 8 では単極型の静電チャック 21 を示したが、上記静電吸着用電極 23 を 2 つ以上に分割し、分割した静電吸着用電極 23 間に通電することにより、保持面 25 上に載置した試料 W に静電吸着力を発現させて保持面 25 上に吸着固定するようにした双極型の静電チャックも提案されている。

【0006】そして、成膜装置では、デポジッション用ガス、クリーニング用ガスとしてフッ素系や塩素系の腐食性の極めて高いハロゲン系ガスが使用されており、上記静電チャック 21 を構成するセラミック基板 22 やセラミック誘電体層 24 の材質として、ハロゲン系ガスに対する耐蝕性に優れたアルミナ焼結体を使用されてい

た。

【0007】また、試料 W を吸着させる静電吸着力には誘電分極によるクーロン力と微少な漏れ電流によるジョンソン・ラーベック力の 2 つの力があり、特に大きな吸着力が得られるジョンソン・ラーベック力を用いることが主流となっている。

【0008】このジョンソン・ラーベック力による静電吸着力を発現させるためには、静電チャック 21 の使用温度域において、セラミック誘電体層 24 の体積固有抵抗値が $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にあることが必要であり、例えば、特開平 4-3956 号公報には、セラミック誘電体層 24 を構成するアルミナ焼結体中に不純物を適宜添加して室温域での体積固有抵抗値を $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ としたものが開示されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年、成膜装置には ICP (Inductive Coupled Plasma) や ECR (Electric Cyclotron Resonance) など高密度プラズマ源が使用され、 300°C 以上の高温域で成膜が行われるようになっており、化学的な反応の強いフッ素系や塩素系等のハロゲン系ガスが使用されることもあって、ますます静電チャックの使用条件が過酷になっていた。

【0010】ところが、このような高温の条件下でセラミック誘電体層 24 として不純物を含有したアルミナ焼結体からなる静電チャック 21 を使用すると、上記アルミナ焼結体の体積固有抵抗値が $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ よりさらに低下して試料 W と静電吸着用電極 23 間を流れる漏れ電流量が多くなるため、試料 W がウエハである場合、ウエハ上の微少回路を絶縁破壊させてしまうといった課題があった。

【0011】また、不純物はハロゲン系ガスと反応してアルミナ焼結体を腐食させたり、プラズマによってエッチングされてアルミナ焼結体を摩耗させることから静電チャック 21 の寿命が短く、特にウエハの製造工程では腐食や摩耗に伴う塵がパーティクルやコンタミネーションとなりウエハに悪影響を与えるといった課題もあった。

【0012】一方、セラミック誘電体層 24 として、不純物を含有していない比較的高純度（例えば 97% 程度）のアルミナ焼結体を用いた静電チャック 21 を使用すると、 300°C 以上の温度域のうちある温度域においてはアルミナ焼結体の体積固有抵抗値を $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲に入れることができるものの、通常アルミナ焼結体は抵抗温度係数が大きいためにある限られた狭い温度域でしかジョンソン・ラーベック力を発現させることができず、成膜条件の変更により異なる温度域で処理する場合、それぞれの温度条件にて使用可能な静電チャック 21 を交換しなければならないといった課題があり、近年、特に使用されている $300 \sim 600^\circ\text{C}$

の温度域において広範囲にわたってジョンソン・ラーベック力による静電吸着力を発現させることが可能な静電チャック21は未だ得られていなかった。

【0013】

【発明の目的】本発明の目的は、成膜装置やエッチング装置において、優れた耐プラズマ性とハロゲン系ガスに対する優れた耐食性を有するとともに、300～550℃という広範囲の温度域にわたってジョンソン・ラーベック力による静電吸着力を発現させて試料を吸着固定することができる静電チャックを提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明は上記課題に鑑み、セラミック基板上に静電吸着用電極を有するとともに、該静電吸着用電極を覆うように上記セラミック基板上にセラミック誘電体層を被覆し、該セラミック誘電体層の上面を試料の保持面としてなる静電チャックにおいて、少なくとも上記セラミック誘電体層を、アルミナ含有量が99重量%以上で、アルミナの平均結晶粒子径が1～3μmであるとともに、気孔率が0.5%以下で、かつ300～550℃の全ての温度域における体積固有抵抗値が $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にあるアルミナ焼結体により形成したことを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。

【0016】図1(a)は本発明の静電チャックの一例を示す斜視図、(b)は(a)のX-X線断面図である。

【0017】この静電チャック1は、円盤状をしたセラミック基板2上に、例えば上記セラミック基板2より若干径の小さい図2に示すような半円状をした2つの静電吸着用電極3を円を構成するように配置するとともに、上記静電吸着用電極3を覆うように上記セラミック基板2上には、アルミナ含有量が99重量%以上で、アルミナの平均結晶粒子径が1～3μmであるとともに、気孔率が0.5%以下であり、かつ300～550℃の全ての温度域における体積固有抵抗値が $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にあるアルミナ焼結体からなるセラミック誘電体層4を被覆したもので、上記静電吸着用電極3は前記セラミック誘電体層4とセラミック基板2との間に内蔵されている。また、上記セラミック誘電体層4の上面は中心線平均粗さ(Ra)で0.2μm以下の平滑面としてあり、誘電材料や半導体材料等の試料Wの保持面5としてある。なお、上記セラミック基板2の静電吸着用電極3と反対側の下面には給電端子6を接合してあり、該給電端子6と前記静電吸着用電極3とは電気的に接続されている。

【0018】そして、上記保持面5に試料Wを載置するとともに、別の加熱手段によって試料Wを加熱した状態

で、上記2つの静電吸着用電極3間に通電すれば、300～550℃の温度域においてセラミック誘電体層4の体積固有抵抗値が $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にあるため、大きな吸着力が得られるジョンソン・ラーベック力を発現させることができ、試料Wを保持面5の精度に倣わせて精度良く吸着固定することができる。しかも、300～550℃の全ての温度域においてジョンソン・ラーベック力を発現させることができるため、一つの静電チャック1で広範囲の温度域を網羅することができる。

【0019】ところで、上記セラミック誘電体層4は、アルミナ含有量が99重量%以上であるアルミナ焼結体により構成し、アルミナ以外の成分、例えば、TiO₂、MgO、SiO₂、CaO、Fe₂O₃、NaO等の成分は1重量%以下とすることが必要である。このようにアルミナ以外の成分を1重量%以下とすることで、ハロゲン系ガスに対する耐食性や耐プラズマ性を高めることができるため、静電チャック1の寿命を長くすることができるとともに、腐食や摩耗による塵の発生を抑えることができるため、例えば、半導体ウエハのような試料Wを固定してもパーティクルやコンタミネーションを少なくすることができ、試料Wに悪影響を与えることがない。

【0020】即ち、アルミナ以外の上記成分は焼結助剤として作用し、アルミナ焼結体の焼結性を高めることができるものの、これらの成分はハロゲン系ガスに対して腐食し易く、また、焼結体中において粒界層を形成するためにプラズマに対してエッチングされ易くなるため、できるだけ少ない方がよい。なお、好ましくはアルミナ含有量が99.5重量%以上、さらに好ましくは99.8重量%以上の高純度であるものがよい。

【0021】また、300～550℃の全ての温度域におけるアルミナ焼結体の体積固有抵抗値を $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ とするためには、焼結体中におけるアルミナの平均結晶粒子径を1～3μmとすることが重要である。

【0022】本件発明者の研究によれば、高純度のアルミナ焼結体において、アルミナの平均結晶粒子径と体積固有抵抗値との間には密接な関係があり、アルミナの平均結晶粒子径を小さくすれば体積固有抵抗値を小さくできるとともに、抵抗温度係数をも小さくできることを知見した。そして、セラミックスの体積固有抵抗値は温度が高くなるにつれて小さくなる傾向があることから、300℃以上の温度域でできるだけ広い温度域にわたってアルミナ焼結体の体積固有抵抗値を $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ とすることができる条件について鋭意研究を重ねたところ、焼結体中におけるアルミナの平均結晶粒子径を1～3μmとすれば良いことを見出したのである。

【0023】即ち、アルミナの平均結晶粒子径が3μm

10

20

30

40

50

より大きくなると、体積固有抵抗値と抵抗温度係数を下げる効果が小さいことから 300～550℃の全ての温度域におけるアルミナ焼結体の体積固有抵抗値を $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ とすることができず、狭い温度域でしか大きな吸着力を発現させることができないからである。例えば、一般的にアルミナ含有量が 99 重量%以上である高純度のアルミナ焼結体中におけるアルミナの平均結晶粒子径は 10 μm 以上であり、このようなアルミナ焼結体は約 480℃以上でなければ体積固有抵抗値を $1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下とすることができないため、300～470℃の温度域ではジョンソン・ラーベック力を発現させることができず、また、抵抗温度係数も大きいために、480～600℃の狭い温度域でしか大きな吸着力が得られない。なお、アルミナの平均結晶粒子径の下限値を 1 μm 未満としたのは、これ以上小さくすることは製造上難しいからである。

【0024】また、アルミナ含有量を 99 重量%以上とし、焼結体中におけるアルミナの平均結晶粒子径を 1～3 μm とすることにより、1 GHz における誘電損失を 2×10^{-4} 以下とすることができる。その為、静電チャック 1 をプラズマ発生下で使用したとしても高周波の吸収が殆どなく、静電チャック 1 の発熱を抑えることができるとともに、プラズマの発生効率を悪化させることがないため、各種処理精度や処理速度を低下させることがない。しかも、アルミナの結晶粒子径が小さいことから保持面 5 を平滑で凹凸の少ない面とすることができるため、プラズマの集中を抑え、保持面 5 の耐プラズマ性を高めることができる。

【0025】さらに、アルミナ焼結体の耐プラズマ性を高めるためには気孔率を 0.5% 以下とすることが必要である。気孔率が 0.5% より大きくなると、プラズマが集中し易い気孔が多くなり、摩耗し易くなるからである。

【0026】なお、アルミナの平均結晶粒子径は、アルミナ焼結体の断面の SEM 写真をもとに、任意の仮想線を引き、この仮想線の長さを仮想線上に存在するアルミナ粒子の数で割ることにより測定した。このとき、アルミナ粒子の数は多いほど測定精度を高めることができるため、少なくとも 30 個以上とるべきである。また、アルミナ焼結体の気孔率は、同一条件にて作製した試料をアルキメデス法にて測定した。

【0027】また、静電チャック 1 の静電吸着力を高めるためにはセラミック誘電体層 4 の厚みはできるだけ薄い方が良いが、あまり薄くしすぎると絶縁耐圧が低下して所要の静電吸着力を得るのに必要な電圧を印可できなくなる。その為、セラミック誘電体層 4 の膜厚みは 200～500 μm とすることが良い。

【0028】一方、セラミック基板 2 を構成する材質としては、アルミナ焼結体、YAG (アルミニウム-イットリウム-ガーネット) 焼結体等の酸化物セラミックス

を用いることができるが、静電チャック 1 の製作時や各種処理時における破損等を防ぐためにはセラミック誘電体層 4 を構成するアルミナ焼結体と同種のアルミナ焼結体が良く、さらに好ましくは熱膨張係数が一致したセラミック誘電体層 4 を構成するアルミナ焼結体と同一のアルミナ焼結体により形成することが望ましい。

【0029】また、上記静電吸着用電極 3 を構成する材質としては、タングステン (W) やモリブデン (Mo)、さらには炭化タングステン (WC)、炭化チタン (TiC)、窒化チタン (TiN) 等を用いることができる。これらの材質はセラミック誘電体層 4 を構成するアルミナ焼結体やセラミック基板 2 を構成する酸化物セラミックスとの熱膨張差が小さいことから、セラミック誘電体層 4 とセラミック基板 2 との間に内蔵した状態で一体的に焼結させたとしても反りや剥離を発生させることがない。特にモリブデン (Mo) はアルミナ焼結体との熱膨張差が非常に小さく好適である。

【0030】次に、図 1 に示す静電チャック 1 の製造方法について説明する。

【0031】まず、セラミック誘電体層 4 として、出発原料に TiO_2 、 MgO 、 SiO_2 、 CaO 、 Fe_2O_3 、 NaO 等の不純物が少ない純度 99% 以上でかつ平均粒子径が 1.2 μm 以下のアルミナ粉末を使用する。ここで、アルミナ粉末の平均粒子径を 1.2 μm 以下とするのは、1.2 μm より大きくなると後述する温度で焼成したとしてもアルミナが粒成長して焼結体中におけるアルミナの平均結晶粒子径を 3 μm 以下とすることができないからである。

【0032】そして、上記アルミナ粉末に対して溶媒やバインダーを添加混練して泥漿を作成し、ドクターブレード法などのテープ成形法にて図 3 (a) に示すようにアルミナのグリーンシート 11 を複数枚製作し、これらを積み重ねてグリーンシート積層体 12 とする。なお、焼結性を高めるために必要に応じて MgO を添加することもできるが、その添加量は焼結後におけるアルミナ以外の成分の合計含有量が 1 重量%以下の範囲であることが必要である。

【0033】一方、セラミック基板 2 として、出発原料に前述した酸化物セラミック粉末を用意し、これに溶媒やバインダーを添加混練して泥漿を作成し、ドクターブレード法などのテープ成形法にて図 3 (a) に示すように酸化物セラミックスのグリーンシート 13 を複数枚製作し、これらを積み重ねてグリーンシート積層体 14 とする。

【0034】そして、図 3 (a) のように、上記グリーンシート積層体 14 上に、静電吸着用電極 3 としてタングステン (W)、モリブデン (Mo)、炭化タングステン (WC)、炭化チタン (TiC)、窒化チタン (TiN) 等のいずれかからなる粉末を含むペースト 15 をスクリーン印刷機にて例えば図 2 に示すパターン形状に敷

10

20

30

40

50

設し、該パターン形状を覆うように上記グリーンシート積層体14上に前記アルミナのグリーンシート積層体12を積み重ねることにより、図3(b)に示すような静電吸着用のペースト15を内蔵してなるグリーンシート積層体16を製作する。しかるのち、得られたグリーンシート積層体16に切削加工を施して円盤状に成形したものを脱脂し、次いで大気雰囲気中や真空雰囲気中、あるいは水素や窒素を含む雰囲気中にて焼成するのであるが、この時、焼成温度は1550～1600℃とすることが重要である。即ち、焼成温度が1550℃未満ではセラミック誘電体層4を構成するアルミナ粒子を焼結させることができないために緻密化することができず、逆に1600℃より高くなると、セラミック誘電体層4を構成するアルミナ粒子が粒成長し易くなり、焼結体中におけるアルミナの平均結晶粒子径を3μm以下とすることができないからである。

【0035】このような条件にて焼成すれば、図3

(c)に示すようにセラミック基板2とセラミック誘電体層4との間に静電吸着用電極3を内蔵してなるセラミック体7を製作することができ、上記セラミック誘電体層4を、アルミナ含有量が99重量%以上で、アルミナの平均結晶粒子径が1～3μmであるとともに、気孔率が0.5%以下であり、かつ300～550℃の全ての温度域における体積固有抵抗値が $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にあるアルミナ焼結体により形成することができる。

【0036】そして、得られたセラミック体7のうち、セラミック誘電体層4の上面を中心線平均粗さ(Ra)0.2μm以下に研磨して保持面5とするとともに、セラミック基板2の下面に上記静電吸着用電極3に連通する凹部をそれぞれ穿設し、該凹部に給電端子6をロウ材等にて接合して該給電端子6と前記静電吸着用電極3とを電気的に接続することにより図1の静電チャック1を製作することができる。

【0037】次に、本発明の静電チャックの他の例について説明する。

【0038】図4は円盤状をしたセラミック誘電体層14の上面を試料Wの保持面15とするとともに、下面に円形の凹部14aを備え、該凹部14aに円盤状をしたセラミック基板12を嵌入し、上記セラミック基板12の上面と前記セラミック誘電体層14の下面に凹設した凹部14aの底面に介在させた金属膜により接合一体化したもので、該金属膜を静電吸着用電極13としてある。

【0039】そして、上記セラミック誘電体層14は、アルミナ含有量が99重量%以上で、アルミナの平均結晶粒子径が1～3μmであるとともに、気孔率が0.5%以下であり、かつ300～550℃の全ての温度域における体積固有抵抗値が $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にあるアルミナ焼結体により形成してある。

【0040】その為、この静電チャック11の保持面15に試料Wを載置するとともに、別の加熱手段によって試料Wを加熱した状態で、上記試料Wと前記静電吸着用電極13間に通電すれば、300～550℃の温度域においてセラミック誘電体層14の体積固有抵抗値が $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にあるため、300～550℃の全ての温度域においてジョンソン・ラーベック力を発現させることができ、試料Wを保持面15の精度に倣わせて精度良く吸着固定することができる。

【0041】また、上記セラミック誘電体層14は静電吸着用電極13を覆うようにセラミック基板12上に被覆一体化してあり、上記静電吸着用電極13はセラミック誘電体層14とセラミック基板12との間に内蔵された構造としてあることから、腐食性の強いハロゲン系ガスやプラズマに曝されることがない。

【0042】なお、上記セラミック誘電体層14とセラミック基板12を接合する金属膜としてはチタンなどの活性金属を含む金ロウや銀ロウを用いることができ、これらのロウ材を用いれば接合時に活性金属がセラミック誘電体層14やセラミック基板12に拡散し、高温域でも両者を強固に接合することができるとともに、導電性を有することから静電吸着用電極13として十分に機能させることができる。

【0043】この図4に示す静電チャック11を製造する方法としては、まず、セラミック誘電体層14を製作するために、出発原料としてTiO₂、MgO、SiO₂、CaO、Fe₂O₃、NaO等の不純物が少ない純度99%以上でかつ平均粒子径が1.2μm以下のアルミナ粉末を用い、このアルミナ粉末に対して溶媒やバインダーを添加混練して泥漿を作成し、ドクターブレード法などのテープ成形法にてアルミナのグリーンシートを複数枚製作し、これらのグリーンシートを積層するとともに、切削加工を施すことにより凹部を有する円盤状のグリーンシート積層体を形成し、該グリーンシート積層体を大気雰囲気中や真空雰囲気中、あるいは水素や窒素を含む雰囲気中にて1550～1600℃温度にて焼成することによりアルミナ含有量が99重量%以上で、アルミナの平均結晶粒子径が1～3μmであるとともに、気孔率が0.5%以下であり、かつ300～550℃の温度域における体積固有抵抗値が $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にあるアルミナ焼結体からなる図5

(a)に示すような凹部14aを備えた円盤状のセラミック誘電体層14を製作する。

【0044】一方、セラミック基板12を製作するために、出発原料として前述した酸化物セラミック粉末に対して溶媒やバインダーを添加混練して泥漿を作成し、ドクターブレード法などのテープ成形法にて酸化物セラミックスのグリーンシートを複数枚形成し、これらのグリーンシートを積層するとともに、切削加工を施して円盤状のグリーンシート積層体を形成し、該グリーンシート

積層体を大気雰囲気中や真空雰囲気中、あるいは水素や窒素を含む雰囲気中にて酸化物セラミック粉末を焼結させることができる温度にて焼成することにより図5

(a) に示すような円盤状のセラミック基板12を製作する。

【0045】そして、図5(a) に示すように、上記セラミック基板12上にチタンなどの活性金属を含む金ロウや銀ロウ等のロウ材18を塗布し、セラミック誘電体層4の凹部4aに嵌入した状態で加熱処理を施すことにより、図5(b) に示すようにセラミック基板12とセラミック誘電体層14との間に静電吸着用電極13を内蔵してなるセラミック体17を製作する。

【0046】そして、得られたセラミック体17のうち、セラミック誘電体層14の上面を中心線平均粗さ(Ra) 0.2 μm 以下に研磨して保持面15とするとともに、セラミック基板12の下面に上記静電吸着用電極13に連通する凹部をそれぞれ穿設し、該凹部に給電端子16をロウ材等にて接合して該給電端子16と前記静電吸着用電極13とを電氣的に接続することにより図4の静電チャック11を製作することができる。

【0047】以上のように、本実施形態は、図1や図4に示したもののだけに限定されるものではなく、例えば、セラミック誘電体層4、14が円盤状をしたもの以外に、多角形や楕円形をしたものでも良く、また、セラミック誘電体層4、14とセラミック基板2、12との間に内蔵する静電吸着用電極3、13のパターン形状も図2に示したもののだけに限らず、図6(a) に示すような扇状や図6(b) に示すようなリング状、あるいは図6(c) に示すような櫛歯状をしたものなどさまざまなパターン形状をしたものに適用可能である。

【0048】また、図1では図示していないが、セラミック基板2、12に内部電極を埋設しても良く、例えば内部電極として抵抗発熱体を埋設すれば、静電チャック1、11を直接加熱することができるため、保持面5、15に固定する試料Wを短時間で所定の温度に加熱することができ、生産性を高めることができるとともに、内部電極としてプラズマ発生用電極を埋設すれば、プラズマ発生装置を簡略化することができるとともに、保持面5、15に固定する試料Wに対して一様にプラズマを発生させることができるため、各種処理精度を高めることができる。

【0049】(実施例) 平均粒子径1.2 μm で、純度99.5%のアルミナ粉末にバインダーおよび溶媒を添加混練して泥漿を作製したあと、ドクターブレード法にて厚さ0.3mmのアルミナのグリーンシート11、13を複数枚製作した。このうち数枚のグリーンシート11を積み重ねた上に、比表面積(BET)が2 m^2/g 以上のモリブデン(Mo)粉末に若干アルミナ粉末を添加して粘度調整したペースト15をスクリーン印刷機にて図2に示すようなパターン形状に敷設したあと、該図

2に示すパターン形状を覆うように残りのグリーンシート13を積み重ね、60℃、500 kg/cm^2 の圧力で熱圧着し、その後切削加工を施して円盤状をしたアルミナのグリーンシート積層体16を形成した。そして、このグリーンシート積層体16を脱脂を施し、1570℃の水素窒素混合雰囲気下で焼成することにより、静電吸着用電極3をセラミック基板2とセラミック誘電体層4との間に内蔵したアルミナ焼結体からなるセラミック体7を得た。

10 【0050】なお、同様の条件にて製作したアルミナ焼結体の組成をICPにて調べたところ、アルミナ含有量が99.5重量%で、不純物としてMgO、SiO₂、Na₂Oを合計で0.5重量%含んだものであった。また、上記アルミナ焼結体の気孔率をアルキメデス法にて測定したところ0.3%であり、アルミナ焼結体中におけるアルミナの平均結晶粒子径は2 μm であった。

20 【0051】また、このアルミナ焼結体の強度を3点曲げ試験により測定したところ、550MPaもの強度を有し、熱伝導率は34W/mkとサファイアに近い値まで高めることができた。

【0052】次に、得られたセラミック体7のセラミック誘電体層4の上面を中心線平均粗さ(Ra) 0.2 μm に研磨して保持面5とし、セラミック基板2の下面には静電吸着用電極3に連通する凹部を穿設し、該凹部にFe-Co-Ni合金からなる給電端子をロウ付け固定することにより外径が約200mmの図1に示す静電チャック1を得た。

30 【0053】そして、この静電チャック1を別に設けたヒータによって300℃以上に加熱し、セラミック誘電体層4の体積固有抵抗値を給電端子6と電源との間に介在させた電流計から測定したところ、300~550℃の全ての温度域においてセラミック誘電体層4を構成するアルミナ焼結体の体積固有抵抗値が10⁸~10¹¹ $\Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にあり、実際、上記静電チャック1に保持した1cm角のシリコンウエハを持ち上げるのに要する力について測定したところ、500 g/cm^2 と十分な吸着力を有していた。

40 【0054】(実験例1) ここで、アルミナ焼結体のアルミナ含有量がエッチングレートに及ぼす影響を調べる実験を行った。なお、本実験ではアルミナ含有量を異ならせる以外は焼結体中におけるアルミナの平均結晶粒子径は1~3 μm 、気孔率は0.5%以下、1GHzにおける誘電損失は2×10⁻⁴以下となるようにした。また、エッチング条件はエッチング用ガスにCl₂、流量100 sccm 、真空度4Pa、プラズマ発生用電極に印加する高周波電力2kW、プラズマ照射時間を1時間とした。

【0055】それぞれの結果は表1に示す通りである。

50 【0056】この結果、表1よりまず、アルミナ含有量が高いほど、エッチングレートを小さくできることが判

る。そして、アルミナ含有量が99重量%未満では、エッチングレートが100Å/minより多くなり、格別優れた効果が得られなかった。

【0057】これに対し、アルミナ含有量が99重量%以上であれば、エッチングレートを100Å/min以下とすることができ、アルミナ含有量が99.6重量%にあつてはエッチングレートをさらに低減することがで*

*き、優れた耐プラズマ性が得られることが判る。

【0058】この結果、ハロゲン系ガス下での耐プラズマ性を高めるためには、アルミナ含有量を99重量%以上、より好ましくは99.5重量%以上とすれば良いことが判る。

【0059】

【表1】

| アルミナ含有量 (重量%) | 不純物含有量 | | | | | | | エッチングレート (Å/min) | 結果 |
|------------------|------------|------------|-------------------------|------------|---------------------------------------|--------------------------|----------|---------------------|----|
| | TiO (%) | MgO (%) | SiO ₂ (%) | CaO (%) | Fe ₂ O ₃ (%) | Na ₂ O (%) | 他 (%) | | |
| 99.6 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 90 | ○ |
| 99.0 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 96 | ○ |
| 99.0 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 99 | ○ |
| 98.0 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 158 | × |
| 96.0 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 237 | × |
| 93.0 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 263 | × |

【0060】(実験例2)次に、アルミナ焼結体の気孔率がエッチングレートに及ぼす影響について実験例1と同様の条件にて実験を行った。なお、本実験ではアルミナ焼結体の気孔率を異ならせる以外はアルミナ含有量を99.5重量%とし、焼結体中におけるアルミナの平均粒子径が1~3μm、1GHzにおける誘電損失は2×10⁻⁴以下となるようにした。

【0061】それぞれの結果は表2に示す通りである。

【0062】この結果、表2より判るように、気孔率が※

※小さくなるにつれてエッチングレートを小さくすることができ、特に気孔率0.5%を境にエッチングレートを100Å/min以下にまで大幅に小さくできることが判る。

【0063】この結果、気孔率は0.5%以下とすれば良いことが判る。

【0064】

【表2】

| アルミナ含有量 (重量%) | 嵩比重 | 気孔率 (%) | エッチングレート (Å/min) | 結果 |
|------------------|-----|------------|---------------------|----|
| 99.5 | 3.5 | 2.2 | 541 | × |
| | 3.6 | 1.2 | 346 | × |
| | 3.7 | 0.8 | 302 | × |
| | 3.8 | 0.5 | 96 | ○ |
| | 3.8 | 0.3 | 89 | ○ |
| | 3.8 | 0.1 | 82 | ○ |

【0065】(実験例3)次に、アルミナの平均結晶粒径がアルミナ焼結体の体積固有抵抗値と抵抗温度係数に及ぼす影響を調べる実験を行った。なお、本実験ではアルミナ焼結体中におけるアルミナの平均結晶粒径を異ならせる以外は、アルミナ含有量を99.5重量%とし、アルミナ焼結体の気孔率は0.5%以下、1GHzにおける誘電損失は2×10⁻⁴以下となるようにした。

【0066】実験に際しては、アルミナの平均結晶粒径を異ならせたアルミナ焼結体を徐々に加熱して、その時の体積固有抵抗値を4端子法にて測定した。

【0067】それぞれの結果は図7に示す通りである。

【0068】この結果、まず、アルミナの平均結晶粒径を小さくすることで、アルミナ焼結体の体積固有抵抗値と抵抗温度係数をそれぞれ小さくでき、アルミナの平均結晶粒径が3μm以下では、殆ど変化が見られないこと

が判る。

【0069】そして、アルミナの平均結晶粒径が1~3μmの範囲にあるものでは、300℃から550℃という最も広い温度域でアルミナ焼結体の体積固有抵抗値を1×10⁸~1×10¹¹Ω・cmとできることが判る。

【0070】このことから、アルミナの平均結晶粒径を1~3μmとすることで、300~550℃という広い温度域で大きな静電吸着力を発現させることができる静電チャックを製作できることが判る。

【0071】そこで、図7におけるアルミナの平均結晶粒径が3μm、6μm、20μmであるアルミナ焼結体によりセラミック誘電体層4とセラミック基板2を形成した図1の静電チャック1を製作し、この静電チャック1をヒータによって400℃に加熱した時の吸着特性を調べる実験を行った。

【0072】なお、静電チャック1の製作にあたっては静電吸着用電極3をモリブデンにより構成し、給電端子6をFe-Co-Ni合金により構成した。

【0073】そして、保持面5に1cm角のシリコンウエハからなる試料Wを載置し、400℃に加熱した状態で試料Wを剥がすのに必要な力を測定した。また、静電吸着用電極3への通電を終了してから試料Wを容易に離脱させることができまでの時間を離脱応答性として測定した。

【0074】それぞれの結果は表3に示す通りである。 10

【0075】この結果、表3より判るように、アルミナ焼結体の平均結晶粒径が3μmより大きなものは、400℃の温度域において体積固有抵抗値が $1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ より大きく、吸着力が小さいことが判る。しかも、静電吸着用電極3への通電を終了してから試料Wを容易に離脱させるまでに要する離脱応答性も悪かった。 *

| | 比較例 | | 本発明 |
|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| アルミナ含有量 | 99.5 重量% | | |
| 平均結晶粒径 | 20 μm | 6 μm | 3 μm |
| 体積固有抵抗値 | 7 × 10 ¹² | 5 × 10 ¹¹ | 5 × 10 ⁹ |
| 吸着力 | 112 g/cm ² | 258 g/cm ² | 503 g/cm ² |
| 離脱応答性 | 12 秒 | 8 秒 | 0.5 秒 |

【0079】なお、実験例3ではアルミナ含有量が99.5重量%であるアルミナ焼結体についてのみ示したが、アルミナ含有量が99重量%以上であるアルミナ焼結体にあつては同様の傾向が見られ、高純度アルミナ焼結体の体積固有抵抗値はその平均結晶粒子径に依存することが判った。

【0080】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、セラミック基板上に静電吸着用の電極を有するとともに、該静電吸着用の電極を覆うように上記セラミック基板上にセラミック誘電体層を被覆一体化し、該セラミック誘電体層の上面を試料の保持面としてなる静電チャックにおいて、少なくとも上記セラミック誘電体層を、アルミナ含有量が99重量%以上で、アルミナの平均結晶粒子径が1~3μmであるとともに、気孔率が0.5%以下であるアルミナ焼結体により形成したことによって、300~550℃の全ての温度域において上記セラミック誘電体層を構成するアルミナ焼結体の体積固有抵抗値を $1 \times 10^8 \sim 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ とし、ジョンソン・ラーベック力を発現させることができるため、300~550℃の全ての温度域において試料を大きな吸着力で吸着保持することができる。しかも、上記アルミナ含有量が99重量%以上と高く、また、アルミナ焼結体中におけるアルミナの平均結晶粒径を1~3μm、気孔率を0.5%以下としてあることから腐食性の強いハロゲン系ガスに曝されたとしても殆ど腐食することがなく、また、耐プラ※50

* 【0076】これに対し、アルミナ焼結体の平均結晶粒径が3μmのものは、400℃の温度域における体積固有抵抗値が $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にあるため、吸着力が503g/cm²と大きく、また、離脱応答性も0.5秒と非常に短かった。

【0077】このことから、セラミック誘電体層4を構成するアルミナ焼結体中におけるアルミナの平均結晶粒子径を1~3μmとすれば、300~550℃という広範囲の温度域でジョンソン・ラーベック力による大きな静電吸着力が得られ、強固に試料Wを固定できるとともに、離脱応答性が良いため、試料Wの入替え時間を短くでき、結果として生産性を高めることができることが判る。

【0078】

【表3】

※ズマ性にも極めて優れていることから、長寿命の静電チャックとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の静電チャックの一例を示す斜視図、(b)は(a)のX-X線断面図である。

30 【図2】図1の静電チャックに内蔵してある静電吸着用電極のパターン形状を示す図である。

【図3】(a)~(c)は図1の静電チャックの製造方法を説明するための図である。

【図4】(a)は本発明の静電チャックの他の例を示す斜視図、(b)は(a)のY-Y線断面図である。

【図5】(a), (b)は図4の静電チャックの製造方法を説明するための図である。

【図6】(a)~(c)は静電チャックに内蔵する静電吸着用電極の様々なパターン形状を示す図である。

40 【図7】アルミナの平均結晶粒子径を異ならせた時のアルミナ焼結体の体積固有抵抗値と温度との関係を示すグラフである。

【図8】(a)は一般的な静電チャックの一例を示す斜視図、(b)は(a)のZ-Z線断面図である。

【符号の説明】

1, 11, 21・・・静電チャック

2, 12, 22・・・セラミック基板

3, 13, 23・・・静電吸着用の電極

4, 14, 24・・・セラミック誘電体層

5, 15, 25・・・保持面

15

16

6, 16, 26 . . . 給電端子

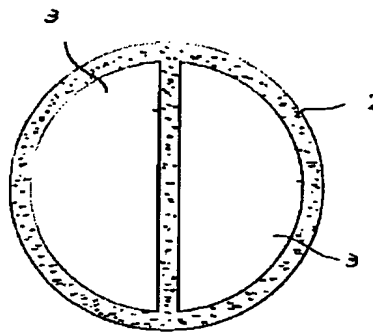
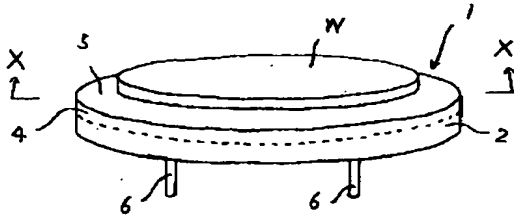
* * W . . . 試料

【図 1】

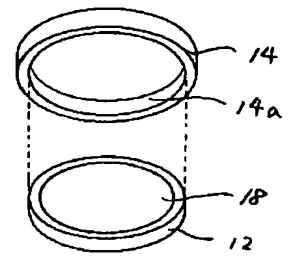
【図 2】

【図 5】

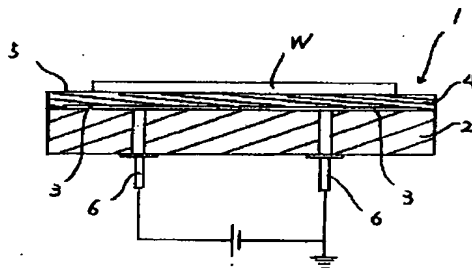
(a)



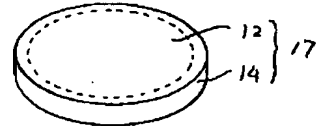
(a)



(b)



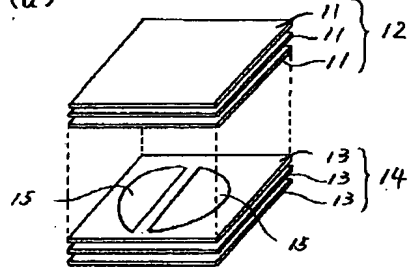
(b)



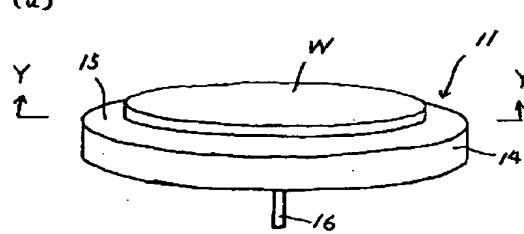
【図 3】

【図 4】

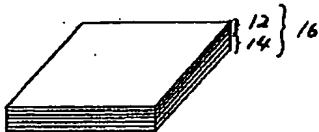
(a)



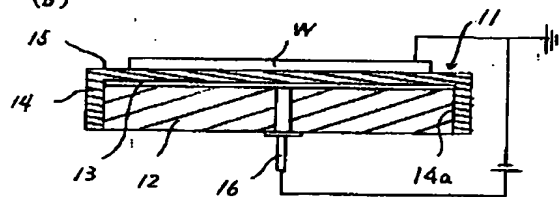
(a)



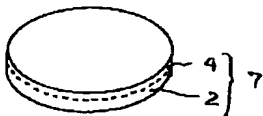
(b)



(b)

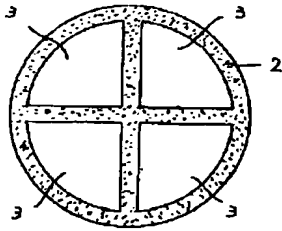


(c)

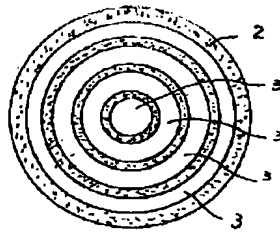


【図 6】

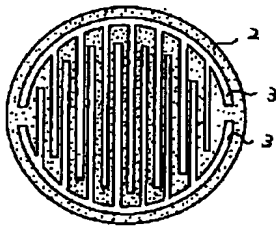
(a)



(b)

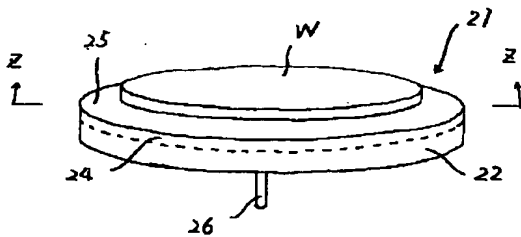


(c)

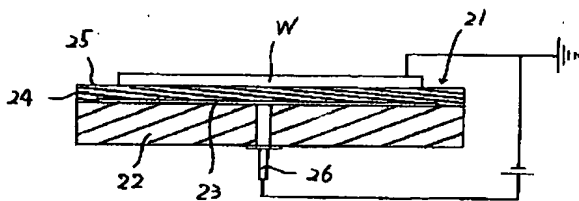


【図 8】

(a)



(b)



【図 7】

